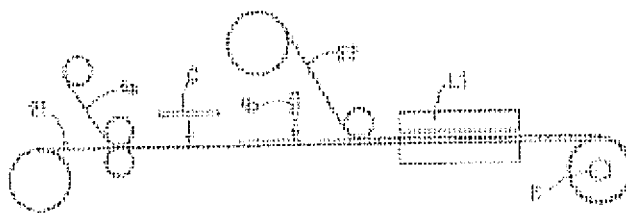
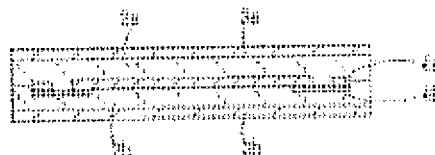


**SOLAR BATTERY MODULE****Publication number:** JP10284745 (A)**Publication date:** 1998-10-23**Inventor(s):** MARUYAMA SHIGERU; HATTORI YOSHIMASA**Applicant(s):** FUJI ELECTRIC CO LTD**Classification:****- international:** C09J7/02; C09D127/12; C09J123/08; C09J131/04; H01L31/04; C09J7/02;  
C09D127/12; C09J123/00; C09J131/00; H01L31/04; (IPC1-7): H01L31/04;  
C09D127/12; C09J7/02**- European:****Application number:** JP19970092554 19970410**Priority number(s):** JP19970092554 19970410**Abstract of JP 10284745 (A)**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To firmly bond the constituent members of a module and unite them by making the surface of a weatherproof resin film contain oxygen and nitrogen. **SOLUTION:** For a weatherproof resin film (hereinafter, to be referred to as weatherproof film) 3a, the surface of the film contains oxygen and nitrogen by processing both sides of the film by, for example, a corona discharge. Using this weatherproof film 3a, a solar battery is manufactured. For example, main wirings 4a and a-Si solar battery cells C are arranged at specified intervals on a double-layer film 21 where a weatherproof film 3a and a sheet-form adhesive 2a are united with each other beforehand by roll method.; Furthermore, a sub-wiring 4b is arranged, and a double-layer film 22 where the weatherproof film 3b and a sheet-shaped adhesive 2b are united with each other is put thereon, and after vacuum lamination, at a winding part it is wound on a core roll R. Each part of the module can be firmly bonded for unification by limiting the composition of the surface of the weatherproof film this way.



Data supplied from the **esp@cenet** database — Worldwide

## Family list

1 application(s) for: **JP10284745 (A)**

1

**SOLAR BATTERY MODULE****Inventor:** MARUYAMA SHIGERU ; HATTORI  
YOSHIMASA**Applicant:** FUJI ELECTRIC CO LTD**EC:****IPC:** C09J7/02; C09D127/12; C09J123/08; (+10)**Publication info:** JP10284745 (A) — 1998-10-23

---

Data supplied from the **esp@cenet** database — Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-284745

(43) 公開日 平成10年(1998)10月23日

(51) Int.Cl.<sup>5</sup>

H 0 1 L 31/04

C 0 9 D 127/12

C 0 9 J 7/02

識別記号

F I

H 0 1 L 31/04

C 0 9 D 127/12

C 0 9 J 7/02

F

審査請求 未請求 請求項の数15 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願平9-92554

(22) 出願日 平成9年(1997)4月10日

(71) 出願人 000005234

富士電機株式会社

神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号

(72) 発明者 丸山 茂

神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号

富士電機株式会社内

(72) 発明者 服部 芳正

神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号

富士電機株式会社内

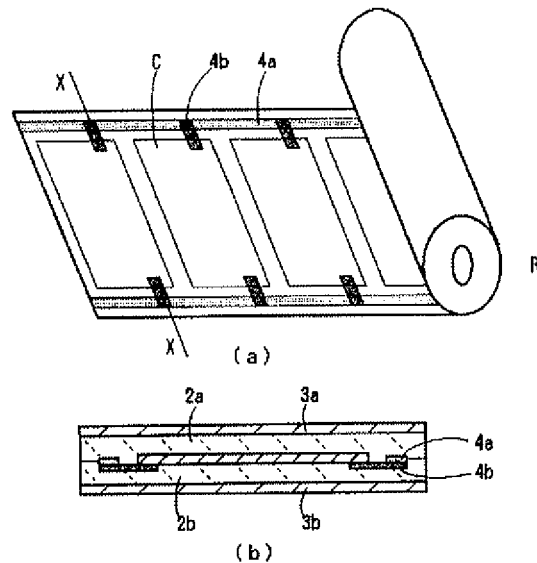
(74) 代理人 弁理士 篠部 正治

(54) 【発明の名称】 太陽電池モジュール

(57) 【要約】

【課題】平面状のまたは曲面状の壁あるいは支持体に接着固定が容易であり、耐久性に優れたフレキシブルな太陽電池モジュールを提供する。

【解決手段】基板上に光電変換層および電極が積層されてなる1ないし複数の太陽電池セルおよび太陽電池セル間の接続および外部への電力取り出しのための配線が少なくともシート状接着剤を介して四フッ化エチレン-エチレン共重合体からなる耐候性樹脂フィルムに挟まれ封止されてなる太陽電池モジュールにおいて、前記耐候性樹脂フィルムの表面には酸素および窒素を含ませ接着性と接着の信頼性を向上させる。Cは太陽電池セル、3a、3bは耐候性樹脂フィルム、2b、2bはシート状接着剤、4a、4bは配線、Rはコアロールである。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】基板上に光電変換層および電極が積層されてなる1ないし複数の太陽電池セルおよび太陽電池セル間の接続および外部への電力取り出しのための配線が少なくともシート状接着剤を介して四フッ化エチレン-エチレン共重合体からなる耐候性樹脂フィルムに挟まれ封止されてなる太陽電池モジュールにおいて、前記耐候性樹脂フィルムの表面には酸素および窒素が含まれていることを特徴とする太陽電池モジュール。

【請求項2】前記耐候性樹脂フィルムの太陽電池モジュール外側表面では前記酸素の量は2at% ないし10at% であり、前記窒素の量は0.3at% ないし2at% であることを特徴とする請求項1に記載の太陽電池モジュール。

【請求項3】前記耐候性樹脂フィルムの前記シート状接着剤と接する表面では前記酸素の量は4at% ないし10at% であり、前記窒素の量は0.5at% ないし2at% であることを特徴とする請求項1または2に記載の太陽電池モジュール。

【請求項4】前記太陽電池セルの基板はフレキシブルな樹脂フィルムであることを特徴とする請求項1ないし3に記載の太陽電池モジュール。

【請求項5】前記樹脂フィルムは芳香族ポリアミド、芳香族ポリアミドイミドまたはポリイミドであり、かつ光透過率が50% 以下、かつ線膨張係数は $2 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$  以下、かつフィルム厚さは60 $\mu\text{m}$  以下であることを特徴とする4に記載の太陽電池モジュールにおいて、太陽電池モジュール。

【請求項6】前記シート状接着剤には補強材が含まれていることを特徴とする請求項1ないし5に記載の太陽電池モジュール。

【請求項7】前記補強材はガラス繊維、ポリエステル繊維、芳香族ポリアミド繊維またはアルミナ繊維の不織布または織布であることを特徴とする請求項6に記載の太陽電池モジュール。

【請求項8】前記ガラス繊維の不織布または織布を含むシート状接着剤の厚みは0.4 mm以下であることを特徴とする請求項7に記載のフレキシブル太陽電池モジュール。

【請求項9】前記太陽電池モジュールの光入射側外側表面には剥離フィルム付き透光性粘着剤シート、剥離フィルム付き透光性接着剤シートまたは透光性接着剤シートを貼付したことを特徴とする請求項1ないし8に記載の太陽電池モジュール。

【請求項10】前記太陽電池モジュールの光入射の反対側外側表面には剥離フィルム付き粘着剤シート、剥離フィルム付き接着剤シートまたは接着剤シートを貼付したことを特徴とする請求項1ないし9に記載の太陽電池モジュール。

【請求項11】前記太陽電池モジュールの全厚さは1.5m

m 以下であることを特徴とする請求項1ないし10に記載の太陽電池モジュール。

【請求項12】前記太陽電池セルは四フッ化エチレンおよびビニルモノマーの共重合体を必須成分とする塗料により被覆されていることを特徴とする請求項1ないし11に記載の太陽電池モジュール。

【請求項13】前記四フッ化エチレンとビニルモノマーの共重合体を硬化させるための硬化剤は少なくとも硬化速度の異なる2種の硬化剤を併用すること特徴とする請求項12に記載の太陽電池モジュール。

【請求項14】前記耐候性樹脂フィルムの光入射側の非光電変換部に対応する表面には着色塗料が塗装されていることを特徴とする請求項1ないし13に記載の太陽電池モジュール。

【請求項15】前記太陽電池モジュールは支持体への設置工程前ではコアロールに巻かれた状態であること特徴とする請求項1ないし14に記載の太陽電池モジュール。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明はフレキシブルな太陽電池モジュールに関する。さらに詳しくは、ガラス等の透光性基板やガラス窓、あるいは建築物の平面状のまたは曲面状の壁あるいはシート状レジャー用品等に接着固定が容易であり、耐久性に優れたフレキシブルな太陽電池モジュールに関する。

## 【0002】

【従来の技術】太陽電池は、クリーンエネルギー源として期待されている。太陽電池は、一般に屋外で用いられるため太陽電池セル（以下セルと記すこともある）を透光性のガラスや樹脂等で封止し、耐久性を向上させた太陽電池モジュール（以下モジュールと記すこともある）として用いられている。

【0003】一般にガラスカバー付太陽電池モジュールを効率良く作動させるために、専用の架台に取り付けて太陽に向けているが、耐風圧のため、架台の支持体、基礎等を強固なものにする必要があり、美観を損ねまたコストアップの一因となっている。また、耐風圧、端部の防水シールのため太陽電池モジュール自体の支持体として、防水シール材を充填したアルミニウム製のコの字状のフレームが用いられるが、これもコストアップの一因となっている。また、ガラス板、または金属板等を支持材として組み合わせる場合は、モジュールの容積が大きくなり、製造時保存に大容量のスペースが必要になる問題がある。

【0004】一方、ガラスを用いない太陽電池モジュールも提案されており、例えば、特開平4-349672号公報にはプラズマ処理した炭素-塩素結合または炭素-三フッ化炭素結合を含むフッ素系フィルムを最外面の保護部材として用いた太陽電池モジュールが開示され

ているが、その表面組成は開示されていない。一般に、表面処理時間を長くすれば、接着強度が強くなる傾向であるが、処理コストが高くなる問題がある。

【0005】巻き取り可能な太陽電池モジュールとしては、当出願人に係る太陽電池モジュールが知られている。図1は巻き取り可能な太陽電池モジュールを示し、

(a)は斜視図であり、(b)は(a)におけるXX断面図である。太陽電池セルCは光入射側のシート状接着剤2aおよびその反対側のシート状接着剤2bを介して耐候性フィルム3aおよび3bがそれぞれ接着されて封止されている。

【0006】そして巻き取りコアロールRに巻き取られた状態で保管されている。モジュールを低コストにするためには、連続的に製造する必要がある。セル、モジュールを連続的に製造するためには、いわゆるロール法を用いる方法が有利であり、セル、モジュール共コアロールに巻き取れる必要がある。セルは、当出願人に係る製造方法により製造される。図2はロール法により製造された太陽電池セルを示し、(a)平面図であり、(b)は(a)におけるXX断面図である。フレキシブルな樹脂基板1aとしてポリイミドフィルムを用い、貫通孔h1を開孔後、樹脂基板1a両面に第1電極1bおよび第2電極1cが形成され。貫通孔h2を開孔後、さらに光電変換層1d、第3電極1eおよび第4電極1fが順に形成される。そして、レーザー加工により切断部1i、1jを形成し太陽電池の個別化と太陽電池の直列接続が完成される。基板裏面の第1電極と第4電極は貫通孔h1、および第2電極と第4電極は貫通孔h2の内壁でそれぞれ接続されている。

【0007】樹脂基板上に蒸着された金属電極層との密着力が信頼性上重要である。十分な接着力を得るためには、樹脂基板の選定が重要である。この種のモジュールでは、水分の侵入を完全に防止することは困難であり、多少の水分が侵入した場合でも金属材料が変質しないことが重要である。太陽電池セルの防湿塗料としては、特開平5-82818号公報には3価のアクリル樹脂が、特開平7-122770号公報には三フッ化塩化エチレンとビニルモノマーとの共重合体の架橋物が開示されている。しかし、3価のアクリル樹脂は、硬くて、透湿性が良いことが知られているが、脆い、僅かではあるが、加水分解する欠点がある。三フッ化塩化エチレンとビニルモノマーとの共重合体の架橋物は、安定性の良いことが知られているが、ステンレス基板表面等の金属表面では、長期の屋外曝露により、分子中の塩素が遊離し、金属表面を変質させる場合がある欠点がある。

【0008】この種のフレキシブルなモジュールは、窓、屋根または壁等の平面部の他に曲面部にも自在に貼り付けることが可能であり有望視されている。しかし、この種のモジュールを実際に低コストで製造し、屋根、壁、窓に自在に貼り付け、さらに高信頼性にするために

は、いくつかの問題点がある。まず、この種のモジュールを高信頼性にするためには、モジュール構成部材間の接着を強固にする必要がある。すなわち下記に示すモジュールの各構成材間界面での接着強度が重要である。界面を/で表してある。また、光入射側に対して反対側を背面と定義した。

【0009】①耐候性フィルム/シート状接着材  
②シート状接着剤/セル受光面  
③セル内部の金属電極/フレキシブル樹脂基板  
④セル背面金属電極/シート状接着剤  
⑤シート状接着剤/背面耐候性樹脂フィルム

また、モジュールを窓ガラス等透光性基板に貼り付け、10年以上の長期間接着させるためには、先ずモジュール表面を接着剤で強固に接着できる状態にしておく必要がある。また、屋根や壁に貼り付け、10年以上の長期間接着させるためには、先ずモジュール背面を接着剤で強固に接着できる状態にしておく必要がある。さらに高信頼性にするためには、モジュールおよび貼り付け部への水分の侵入を防止し、かつ、モジュールをコアロールに巻き取れる状態にする必要があり、このためにはモジュール表面近傍の材料には伸縮性が必要になる。

【0010】製造時の問題点として、シート状接着剤の加熱収縮、および架橋収縮により、セルの変形や表面耐候性フィルム、または、背面耐候性樹脂フィルムにしわが発生する問題がある。さらに、この種のモジュールを長期使用する際には、埃が付着により発電効率が低下しやすい問題がある。

【0011】また一般家庭やビルの外壁に使用する際には、美観や外観の意匠性の問題がある。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】上記の問題点を鑑み、本発明の目的を次に列挙する。

1. 高信頼性とするためにモジュールの構成部材を強固に接着し一体化する。
2. 信頼性の高いモジュールを透光性支持体の内側に、低コストで確実に接着できる構造とする。

【0013】3. 信頼性の高いモジュールを他の強度の高い支持体の外側に、低コストで確実に接着できる構造とする。

4. モジュールの表面を塗装できる状態とし、意匠性を高くする。

5. ジュールの表面を汚れが雨等により除去されやすい組成の材料で構成する。

6. モジュールを低コストで製造し、保管場所の容積を少なくするためには、製造時の表面フィルムのしわ、セルの変形等の外観不良の発生を防止し、歩留まりを良くし、いわゆるロール法が適用できるように、モジュールをコアロールに巻き取れる構造にする。

【0014】7. EVAが吸湿した場合でも、a-Siや金属電極の変質を防止する。

## 【0015】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するために、基板上に光電変換層および電極が積層されてなる1ないし複数の太陽電池セルおよび太陽電池セル間の接続および外部への電力取り出しのための配線が少なくともシート状接着剤を介して四フッ化エチレン-エチレン共重合体からなる耐候性樹脂フィルムに挟まれ封止されてなる太陽電池モジュールにおいて、前記耐候性樹脂フィルムの表面には酸素および窒素が含まれていることとする。

【0016】前記耐候性樹脂フィルムの太陽電池モジュール外側表面では前記酸素の量は2at% ないし10at% であり、前記窒素の量は0.3at% ないし2at% である。前記耐候性樹脂フィルムの前記シート状接着剤と接する表面では前記酸素の量は4at% ないし10at% であり、前記窒素の量は0.5at% ないし2at% である。と良い。

【0017】前記太陽電池セルの基板はフレキシブルな樹脂フィルムであると良い。前記樹脂フィルムは芳香族ポリアミド、芳香族ポリアミドイミドまたはポリイミドであり、かつ光透過率が50% 以下、かつ線膨張係数は $2 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$ 以下、かつフィルム厚さは60 $\mu\text{m}$  以下であると良い。前記シート状接着剤には補強材が含まれていると良い。

【0018】前記補強材はガラス繊維、ポリエステル繊維、芳香族ポリアミド繊維またはアルミナ繊維の不織布または織布であると良い。前記ガラス繊維の不織布または織布を含むシート状接着剤の厚みは0.4 mm以下であると良い。また、前記太陽電池モジュールの光入射側外側表面には剥離フィルム付き透光性接着剤シート、剥離フィルム付き透光性接着剤シートまたは透光性接着剤シートを貼付してあると良い。

【0019】また、前記太陽電池モジュールの光入射の反対側外側表面には剥離フィルム付き接着剤シート、剥離フィルム付き接着剤シートまたは接着剤シートを貼付してあると良い。また、前記太陽電池モジュールの全厚さは1.5mm 以下であると良い。また、前記太陽電池セルは四フッ化エチレンおよびビニルモノマーの共重合体を必須成分とする塗料により被覆されていると良い。

【0020】前記四フッ化エチレンとビニルモノマーの共重合体を硬化させるための硬化剤は少なくとも硬化速度の異なる2種の硬化剤を併用すると良い。また、前記耐候性樹脂フィルムの光入射側の非光電変換部に対応する表面には着色塗料が塗装されていると良い。また、前記太陽電池モジュールは支持体への設置工程前ではコアロールに巻かれた状態であると良い。

【0021】本発明によれば、以下の作用が生じ、効果がもたらされる。

1. 本発明に係る酸素と窒素を含む表面の四フッ化エチレン-エチレン共重合体（以下E T F Eと記す）では、

E T F E表面の-OH基、-COOH基、-NH<sub>2</sub>基等が生成されており、E V A等のシート状接着剤と、真空ラミネートとロール法の併用法によりモジュール加熱加圧し製造することにより、これらの基はE T F E表面とE V A等のシート状接着剤との接着強度安定性を向上させると推定される。また、同時にモジュールとしての信頼性も向上する。

【0022】2. 光入射側のE T F Eの表面を処理することにより、E T F Eの固有の物性である耐候性が良いことに加え、E T F Eの表面に酸素、窒素の元素を所定量導入することにより、表面に-OH基、-COOH基、-NH<sub>2</sub>等が導入され、親水性が良くなるため雨水による洗浄効果が向上し、最終的に汚れの付着量が少なくなる。同時に塗料の印刷、塗装あるいは接着剤の塗布接着等を実施した場合でも、前記表面処理の効果により長期にわたり塗料、接着剤が剥がれることがない。

【0023】3. モジュールの光入射側表面に、接着剤または粘着剤の層を形成し、不透光性の剥離フィルムを貼り付ける場合、モジュールがコアロールに巻かれた状態で接着作業することにより、接着剤、粘着剤の作用とモジュールが巻かれているので、端から順に気泡の巻き込みもなく、容易にガラス等の透光性支持体の内側に、モジュールを貼付けることができる。紫外線硬化タイプの接着剤または粘着剤の保管のために不透光性の剥離フィルムは必要である。

【0024】4. シート状接着剤E V Aにガラス繊維等の繊維状フィラーを埋設することにより、E V Aの収縮が小さくなり、製造時の保護フィルムのしわ、フレキシブル樹脂基板太陽電池セルの変形等の外観不良の発生を防止し製造歩留まりが向上する。さらにモジュール厚みを薄くすることにより巻き取り時の表面近傍の歪を小さくできるため、コアロールへの巻き取り性が向上する。

【0025】5. a-Si太陽電池セルのフレキシブルな樹脂フィルム基板が芳香族ポリアミドまたはポリイミドからなり、その厚さが60 $\mu\text{m}$  以下であり、室温から150 $^{\circ}\text{C}$ の範囲の線膨張係数が、 $2 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$ 以下のフレキシブル樹脂基板を用いることにより、200 $^{\circ}\text{C}$ 以上で蒸着される金属との熱膨張係数差が小さくなり、蒸着金属電極の冷却時に発生する内部応力を小さくできるため、初期接着強度が向上する。かつ光透過率が50% 以下とすることにより、フレキシブル樹脂基板のレーザー光の吸収能が向上するために、レーザー加工の適用が可能になる。したがって、安価に同一基板内で直列接続することができる。

【0026】6. 太陽電池素子の一部または全部を、四フッ化エチレンとビニルモノマーの共重合体を必須成分とする塗料で被覆することにより、前記塗料の防湿効果により、長期屋外曝露の際E V Aが吸水しても、水分は電極には至らず電極の変質を防止できる。

【0027】

【発明の実施の形態】実施例に先立ち、別途行った予備実験で得られた知見について述べる。モジュール表面の汚れを調査するため、単結晶Siの太陽電池セルを表面状態の異なるETFEをEVAにより接着被覆した簡易モジュールを作製し、屋外に放置中の簡易モジュールの全発電量を調べた。ETFEの表面に酸素および窒素を含ませる手段としてはここで利用したコロナ放電処理の他にプラズマ放電処理、紫外線照射処理、オゾン処理またはアルカリ液処理があげられる。

【0028】図3は簡易モジュールの断面図である。ステンレス板3cの上にEVAフィルム2b、単結晶Siの太陽電池セルc、EVAフィルム2aおよびETFE3aを重ね、加熱加圧して互いに接着してある。ETFEの表面組成および3ヶ月の屋外放置中の発電量の相対値を表1に示す。表面未処理ETFEを用いたモジュール(1-1)の発電量を100としてある。

【0029】

【表1】

モジュール No	F <sub>1</sub> 素	酸素	窒素	炭素	3ヶ月間 発電量
1	51	0	0	49	100
2	46.1	2.4	0.3	58.1	104
3	40.1	3	1.7	55.2	103
4	43.5	3.1	0.7	52.7	103
5	47.6	3.5	0.4	48.5	105
6	44	4	0.5	50.5	103
7	40.5	5	0.7	53.1	104
8	36.7	6.7	1.2	55.4	104

【0030】放置後では、未処理表面と処理表面とでは、表面に付着した汚れに差があったが、汚れを洗浄して除去した後の表面状態はいずれのモジュールも同じであった。このことと、表1における、ETFEの表面組成が酸素2%以上、窒素0.2%以上であれば、表面処理をしていないETFEを用いたモジュール場合は、明きからかに発電量が低いことから汚れの付着により発電量が低下したこと判る。

【0031】モジュール内の各部材間の接着強度の長期信頼性を調べるため、光入射側耐候性フィルム(ETFE)の表面処理条件を変えて表面組成を変化させたETFEとEVAの間の界面の接着強度安定性を調べた。ETFEの表面処理は上記の調査と同じである。試験方法は初期、ウェザロ試験(カーボンアークサンシャインウェザロメータによる3000時間の光照射)後、高温高湿試験(温度85℃、相対湿度95%、2000時間)後および温湿度サイクル試験(温度85℃、相対湿度85%に2.5時間保持、-40℃に1時間保持、6時間/サイクルをサイクル)後の剥離試験とした。剥離試験は幅25mmのT型剥離とし、初期剥離試験は標準試験フィルムの剥離強度の100%超を上(○)、100%以下50%超を中(△)、50%以下を下(×)と評価した。試験後は各初期値に対する保持率で評価し、67%超を上(○)、67%以下34%超を中(△)、34%以下を下(×)と評価した。いずれも、上を合格とし、中、下を不合格とした。これら結果を表2に示す。

【0032】

【表2】

フィルム No	F <sub>1</sub> 素	酸素	窒素	炭素	初期	ウェザロ 試験後	高温高湿 試験後	温湿度サイ クル試験後
1	51	0	0	49	×	—	—	—
2	46.1	2.4	0.3	58.1	△～×	×	×	△～×
3	40.1	3	1.7	55.2	△	△	○	○
4	43.5	3.1	0.7	52.7	○	△	○	○
5	47.6	3.5	0.4	48.5	○	×	×	○
6	44	4	0.5	50.5	○	○	○	○
7	40.5	5	0.7	53.1	○	○	○	○
8	36.7	6.7	1.2	55.4	○	○	○	○

【0033】表2から、ETFEの表面組成が酸素4%以上、窒素0.5%以上であれば、ウェザロ試験300

0時間後においても、ETFEとEVA界面の接着強度の低下は、ほとんど認められなかった。a-Si太陽電池セ

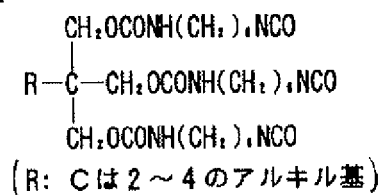
ルにおいては、の基板および電極各構成要素とフレキシブル樹脂基板との接着強度とその安定性もまたモジュールの信頼性への影響が大きい。フレキシブル樹脂基板と銀、クロム、ニッケル等の蒸着金属との初期接着強度は、通常蒸着温度が高い方が良く、150℃から300℃の基板温度で蒸着される。通常の樹脂基板では、その熱膨張係数が大きいので、高温で蒸着した場合、太陽電池が通常使用される20℃から100℃の温度範囲では、その初期接着強度は、冷却により発生する熱応力のため、顕著に低くなる。このためフレキシブル樹脂基板の好ましい熱膨張係数(室温から150℃の範囲)としては、 $2 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$ 以下、より好ましくは、 $1 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 以下である。金属の熱膨張係数は、150℃~300℃の範囲では、 $2 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$ 前後であるが、樹脂の場合は、200℃以上で急激に熱膨張が大きくなるためと推定される。

【0034】フレキシブルな樹脂基板上の裏面電極およびa-Si太陽電池側の透明電極とシート状接着剤との接着強度を改善するため、3種の塗料と硬化速度の異なる様な硬化剤の組み合わせを太陽電池セルに塗布し、EVAとの接着性を調べた。塗料Aは四フッ化エチレンービニル共重合体、塗料Bは三フッ化塩化エチレンービニル共重合体および塗料Cは一液熱硬化型の三官能アクリル樹脂である。

【0035】硬化剤Aは遅硬化タイプのポリイソシアネートであり、Bはトリマータイプのポリイソシアネートであり、これらの比率と1次硬化条件(温度および時間)を変えた。これらの詳細は表3に示してある。遅硬化タイプの変成ジイソシアネートの構造式の例を次に示す。

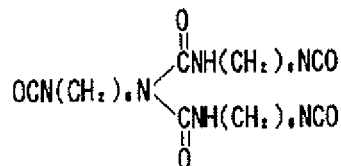
【0036】

【化1】



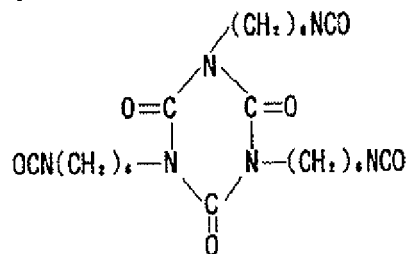
【0037】

【化2】



【0038】

【化3】



【0039】上記の塗料を塗布硬化させた太陽電池セルを両側から接着剤シート(厚さ0.46mmのEVA)および接着剤を上記の組成に変えた耐候性プラスチックフィルム(厚さ50mm)で順に挟み加熱加圧(150℃、15分)して封止し太陽電池モジュールとした。接着強度試験は屈曲試験であり、直径10mmの丸棒に太陽電池モジュールを巻き付け外観変化を調べるものであり、剥離やクラック等の外観変化の生じなかった場合を合格(表3の○)とし、生じた場合を不合格(表3の×)とした。屈曲試験は初期および次の各試験後に行った。温湿度サイクル試験は50サイクルとし、ウェザロ試験は5000時間および8000時間の2種とした。内容は既に上記してある試験に同じである。

【0040】これらの試験結果を表3に示す。

【0041】

【表3】



モジュール No	塗料	塗料組成(wt%)		1次硬化 条件		屈曲 試験	温湿度 サイクル試験 50サイクル	ウレタ 試験 5000h	ウレタ 試験 8000h
		硬化剤 A	硬化剤 B	℃	h				
1	A	10	—	100	2	○	×剥離	×剥離	—
2	A	—	21	30	120	○	×剥離	×剥離	—
3	A	3.3	14	50	1	○	○	○	○
4	A	5	10.5	50	1	○	○	○	○
5	A	6.7	7	50	1	○	○	○	○
6	A	8.5	3.2	50	1	○	○	○	○
7	B	5	10.5	30	120	○	○	○	×
8	C	—	—	150	1	×クラック	—	—	—

塗料A:47%化エチレン-ビニル共重合体

硬化剤A:トリソシアネート(速硬化タイプ)

塗料B:37%化塩化エチレン-ビニル共重合体

(タフネート D-140, 武田薬品工業製)

塗料C:3官能アクリル(一液型熱硬化型)

硬化剤B:トリス(4-メチルフェニル)イソシアネート(トリマータイプ)

(日本利フケン工業製)

【0042】表3から、硬化剤として脂肪族イソシアネート(無黄変タイプ)を用い、完全に硬化する前に、EVAと接着した場合に、接着性は良く、その信頼性も高いことが判る。なお、硬化が遅い硬化剤を単独で用いても、25℃、72時間の硬化により、モジュールNo3~6と同様の結果が得られた。しかし、硬化時間が長すぎることは実用上の問題点である。

【0043】また樹脂基板に要求される基板として、重要なことは、イオン性不純物が少ないことである。好ましい温水抽出性イオン性不純物量としては、ハロゲン化合物等の陰イオン抽出物の合計が、試料1g当たり20 $\mu$ g以下、ナトリウム、カリウム、アンモニウムなどの陽イオン抽出物の合計が、試料1g当たり40 $\mu$ g以下であることが好ましい。

【0044】さらにシート状接着剤としては、モジュールのフレキシビリティ或いは伸縮性を確保するため、25℃における弾性率は7000MPa以下が好ましく、より好ましくは500MPa、もっとも好ましくは1から20MPaである。シート状接着剤をモジュールの光入射側に用いる場合は、光波長400nm~800nmの波長域での透過率が90%以上であり、Ag、Ni等の金属、ガラス、ITO等の金属酸化物、および表面活性化処理したフッ素系材料との接着性が優れていることが好まし。これらのシート状接着剤の具体例としては、エチレン酢酸ビニル共重合体(以下EVAと記す)、エポキシ樹脂、ウレタン樹脂、シリコン樹脂、アクリル樹脂、ポリイソブチレン等が挙げられる。これらの光入射側シート状接着剤には、紫外線吸収剤、酸化防止剤、架橋剤、カップリング剤が

配合されていることが必要である。このうち特にEVAが好適である。

【0045】このうち本発明においては、カップリング剤の選定が重要である。光入射側のシート状接着剤には、次のカップリング剤を用いることができる。

- ①ビニルトリス(βメトキシエトキシ)シラン
- ②ビニルトリエトキシシラン
- ③ビニルトリメトキシシラン
- ④γ-メタクリロキシプロピルトリメトキシシラン
- ⑤β-(3,4-エポキシエポキシシクロヘキシル)エチルトリメトキシシラン
- ⑥メトキシシラン

シランカップリング剤は、通常EVAをシート化後、塗布または、含浸により表面に付着される。この選定で注意することは、セルと直接接するため、イオン化しやすい、クロール等のハロゲン、アミノ基、メルカプト基を含有するものは、a-Si、金属電極に影響を与えるため使用しない方が好ましい。セルとしては特に限定されるわけではないが、フレキシブル樹脂基板a-Si太陽電池を用いることが好ましい。

【0046】太陽電池セルのフレキシブル樹脂基板としては、芳香族ポリアミド(アラミド)、ポリイミド、ポリアミドイミドが好適である。これらの材料としては、これらのうち特に熱膨張係数が $2 \times 10^{-5}$ 以下が好ましく、より好ましくは、 $3 \times 10^{-6}$ 以下である。200℃以上の高温でのフィルムとしての熱収縮率が小さい材料が良く、好ましくは、0.2%以下より好ましくは、0.12%以下である。これ以上の熱膨張係数、加熱収縮率になる

と、フレキシブル基板上に構成された金属電極との接着性が悪くなる問題がある。これらの基板上にa-Si系の太陽電池が形成される。a-Si太陽電池の形成はシランガスなどのプラズマCVDにより行われる。

【0047】本発明に用いられるa-Si太陽電池の構造としては、当出願人による貫通孔を利用した直列接続された太陽電池が好ましい。また電極構成も信頼性上の重要な因子である。好ましい電極構成としては、光入射側の透明電極としてはITO、第1電極としては銀または、第2電極としては反射膜でもある銀またはZnO/銀、第4電極としては銀/ITO/Niの複合電極が特に優れている。

【0048】また、本発明に係るモジュールの光入射側が支持体に貼り付けられる場合には、背面耐候性樹脂フィルム材料としては、光の透過は問題ではなく透湿率が小さい方が好ましい。背面耐候性樹脂フィルム材料の具体例としては、アルミ箔ラミネート1フッ素化ビニル樹脂、アルミ箔ラミネートポリエステル樹脂、等アルミ箔の両面、または片面に4フッ化エチレン-エチレン共重合体、フッ化ビニリデン樹脂、三フッ化塩化エチレン樹脂、アクリル樹脂、三フッ化塩化エチレン樹脂コートアクリル樹脂、ポリエステル樹脂を構成したもの、アルミ板、SUS板、カラー亜鉛鋼板等さらには、4フッ化エチレン-エチレン共重合体、フッ化ビニリデン樹脂、三フッ化塩化エチレン樹脂、アクリル樹脂、三フッ化塩化エチレン樹脂コートアクリル樹脂、ポリエステル樹脂、1フッ素化ビニル樹脂、四フッ化エチレン-六フッ化プロピレン共重合体を用いることができる。

【0049】巻き取りが必要であり伸縮性が必要な場合は、4フッ化エチレン-エチレン共重合体を用いることができる。さらにこれらを一体に接着するために耐候性樹脂フィルム、シート状接着剤、フレキシブル樹脂フィルム基板a-Si太陽電池、シート状接着剤、背面耐候性樹脂フィルムを順に重ねあわせた後、真空ラミネート装置に加熱加圧するとともに脱気され、強固に一体化することにより高信頼性が達成される。

【0050】さらに、モジュールを低コストで製造するために、ロール法を用いモジュールが巻き取れる構造であり、モジュールを構造支持体の外側に確実に接着固定するために、背面防湿シートととして、表面が表面処理された四フッ化エチレン-エチレン共重合体（以下ETFEと記す）であり、かつESCAで分析される表面の酸素の量は2at%ないし10at%およびフッ素の量は0.3at%ないし2at%であることにより達成される。

【0051】モジュールを透光性基体の内側に、あるいはモジュールを強度支持体の外側に、低コストで確実に接着できるようにするために、モジュールの光入射側表面に接着剤層または粘着剤層が、カレンダー法等の公知の方法で塗布される。好ましくはその表面に不透光性の剥離フィルムが構成される。製造時の保護フィルムのし

わ、フレキシブル樹脂基板太陽電池セルの変形等の外観不良の発生を防止し、歩留まりを良くするためには、EVAのラミネート時の収縮をできるだけ少なくする必要がある。そのための手段としては、ガラス繊維等の繊維状フィラーを埋設することが知られているが、コアロールへの巻き取り性が悪くなる問題がある。

【0052】次に本発明の実施例について詳細に説明する。

#### 実施例1

本発明に係る太陽電池モジュールの構成はすでに示した図1に同じであり、また、用いた太陽電池セルの構成もすでに示した図2に同じであるので、発明に関わる部分を除いて説明は省略する。

【0053】以下各部について詳細に説明する。

#### 耐候性樹脂フィルム

例えば、放電部のガス圧、ガスの種類を調整できるコロナ放電装置により、厚み25 $\mu$ m、幅1000mmのETFEフィルムの両面を処理した。ESCAによりETFEの両表面を分析したところ、表2のモジュールNo8と同じ組成であった。

#### 【0054】シート状接着剤

シート状接着剤として、厚さ0.26mmのエチレン-酢酸ビニル共重合体シート（スプリングボーン社製、品番#15295P）を用いた。本シート状接着剤は、酢酸ビニル含有率が約10%のEVAに酸化防止剤として、トリス（モノ-ノニルフェニル）ホスファイト、紫外線吸収剤として、2-ハイドロキシ-4-*n*-オクチルベンゾフェノン、シランカップリング剤として、メトキシシランを配合した後、押し出し機によりフィルム成形される。

#### 【0055】太陽電池セルの製造

フレキシブルな樹脂基板1aとして、ポリバラフェニレンテレフタルアミド（アラミドフィルム、光透過率35%）50 $\mu$ m厚み、幅500mm、長さ200mを用いた。貫通孔h1をプレス打ち抜き加工により開孔した。ついでフレキシブル樹脂基板1a両面に銀を連続的に蒸着し、さらにその上にITOを蒸着し第1の電極層1bおよび第2の電極層1cを成膜した。この後貫通孔h2を開孔した。

【0056】ついでa-Si太陽電池セルをユニットに分割するためにレーザー加工により幅0.4mmを除去し第1の電極1bのパターンを形成した。ついでa-Siの連続成膜装置により、*n-i-p*接合を有するa-Si層1dを成膜した。ついでa-Si層の表面にITOの透明電極層である第3電極1eをマスク蒸着した。次に背面電極表面にNiの第4電極層1fを成膜した。

【0057】そして連続成膜装置より電池セルを形成したフレキシブル樹脂基板を取り出し、レーザーによりa-Si側および反対側の各層をレーザー加工し切断部1i、1jを形成した。ついでa-Si側にEVAをロールラミネートした。EVAにロールラミネートする理由は、切断

後のセルの変形防止である。さらに約40cm×80cmのセルに切断後、太陽電池としての特性を測定しておく。

#### 【0058】配線

主配線として幅10mm、厚み、0.15mmのハンダメッキ銅箔、従配線として幅10mm、長さ100mmの導電性粘着剤付きアルミ箔（ポリエステルフィルム裏打ちタイプ）を用いた。

#### 太陽電池モジュールの製造

上記の太陽電池セルおよび構成部材を用いて、太陽電池モジュールを製造した。

【0059】図4は太陽電池モジュールを製造するロール搬送式真空ラミネータ装置の模式図である。耐候性フィルム3aとシート状接着剤2aをあらかじめロール法により一体化した2層フィルム21上に主配線4a、a-Si太陽電池セルCを10mm間隔で配置し、さらに従配線4bを配置し、耐候性フィルム3bとシート状接着剤2bとをあらかじめ一体化された2層フィルム22をその上に乗せ、真空ラミネーター部L1で真空ラミネートされた後、巻き取り部でコアロールRに巻き取られる。

【0060】真空ラミネート装置でのEVAの硬化条件は、150℃、15分である。モジュールの長さは、通常約100mの長さである。

#### 実施例2

表面側シート状接着剤および背面側シート状接着剤として、厚さ0.35mmのガラス繊維含有EVA（スプリングボーン社製、品番#15295P）を用いた。更に表面耐候性フィルム、背面耐候性樹脂フィルムとして、両面をコロナ放電処理し、表面組成を、表2のモジュールNo8とした厚さ50μmのETFEを用いた。この他は、実施例1と同様に、太陽電池モジュールを作製した。ETFEの厚さを50μmとしたのは、ラミネート時のガラス繊維による損傷を防止するためである。

【0061】この太陽電池モジュールでは、表面耐候性フィルムのしわ、セルの弛みまたは主配線の弛みによる不良は100m中1箇所であった。

#### 実施例3

実施例1と同様に太陽電池セルを作製した後、従配線貼り付け部にテトラフロロエチレンフィルム製のマスキングテープを貼り付けた後、下記組成のフッ素系塗料をセルの両面に塗布し、50℃、10分として硬化を途中迄進めておき、EVAシートをラミネートすると同時に硬化を完了させた。

【0062】フッ素系塗料の組成は、四フッ化エチレン-ビニル（ダイキン工業（株）製、ゼッフルGK-510）100重量部、ポリイソシアネート（武田薬品工業（株）製、タケネートD-140N）10重量部、ポリイソシアネート（日本ポリウレタン工業（株）製、コロネートHX）5重量部である。以降は実施例2と同様にモジュールを作製した。フッ素系塗料の硬化反応は、ラミネート時の150℃の加熱加圧により完了する。

#### 応用例1

図5は本発明に係る太陽電池モジュールのフレーム付きガラスへの貼付例を示し、(a)は平面図であり、(b)は(a)におけるXX断面図である。実施例1で作製したモジュールの光入射側表面にカレンダーロールにより紫外線架橋タイプのアクリル接着層7を乾燥後の厚みが60μmになるように塗装し、乾燥した後、表面に不透光性の剥離紙（図示なし）を貼り付けた。本太陽電池セル10枚分を切断し、出力端子4oをモジュール背面に形成した。このモジュールMを支持体6であるフレーム付きガラス（900mm×900mm）に、端部から順に剥離紙をはがしながら約100℃の表面を持つロールにより加圧し、気泡なく貼り付けた後、太陽光下、または紫外線ランプ下で紫外線を照射しアクリル接着層を硬化した。その後、出力端子4oにリード線を電気的に接続し後絶縁処理した。なお、温度変化による寸法変化を吸収できるように、フレームとその近傍では接着をせず、弛みQをもたせた。

【0063】接着は良好であり、1年の屋外放置後も剥離や発電特性の低下はみられなかった。

#### 応用例2

図6は本発明に係る太陽電池モジュールをアルミニウム支持体へ貼付例を示し、(a)は平面図であり、(b)は(a)におけるXX断面図である。実施例1で作製したモジュールMの背面側表面に厚みが0.2mmのアルミ板接着用のシート状接着剤層（EVA）7をロールにより塗布した後、本モジュールを太陽電池セル4枚分の（860mm×2100mm）の大きさに切断し、出力端子の取り出し部をモジュール受光面に形成した。支持体6である屋根用の化粧アルミ板上2000mm×900mmに加熱ロールにより貼り付けた後、加熱炉によりアルミ板接着用接着剤7であるEVAが硬化される。その後出力端子部にリード線を電気的に接続し後、接続部等電気的活性部を絶縁処理した。

【0064】本発明に係る太陽電池モジュールはこのようにフレキシブルであるため、接着剤の塗布やアルミニウム板への貼り付けにロール法（いわゆるドライラミネート技術でもある）を適用できた。

#### 応用例3

図7は本発明に係る太陽電池モジュールのコンクリート壁への貼付例を示す断面図である。実施例1で作製したモジュールを太陽電池セル5枚分だけ切断し、出力端子をモジュールの光入射側に形成した。このモジュールを、コンクリート壁の表面にプライマー8を塗布し風乾後、室温硬化タイプのシリコン系の接着剤7を塗布して、張り付けた後、ロールで表面を加圧して接着した。ついで、引き出しリード用キャブタイアコードを電気的に接続した後、電気的活性部を絶縁処理した。

【0065】室温硬化シリコン系接着剤が硬化後、モジュール表面を半透明の茶色系のフッ素系塗料9によ

り、モジュールの非発電部を塗装した。遠方からみたとき、建屋の壁と同一色であり、モジュールの存在を目立たなくできた。また、この塗装は本発明に係る表面処理のため長期間剥離しなかった。

#### 応用例4

本発明に係るモジュールが曲面にも適用できる例である。図8は本発明に係る太陽電池モジュールの波形の亜鉛鋼板への貼付例の一部を示す断面図である。支持体6である亜鉛鋼板の波形の高さは20mmであるが、モジュールMを、実施例3と同じ方法で、但し波型の曲率半径より小さい半径の細いロールを用いて、また接着剤7の塗布量は平面への塗布に較べ若干多く3kg/m<sup>2</sup>とし、波形に沿ってしわを生じさせずに貼り付けることができた。

#### 【0066】

【発明の効果】本発明によれば、基板上に光電変換層および電極が積層されてなる1ないし複数の太陽電池セルおよび太陽電池セル間の接続および外部への電力取り出しのための配線が少なくともシート状接着剤を介して四フッ化エチレン-エチレン共重合体からなる耐候性樹脂フィルムに挟まれ封止されてなる太陽電池モジュールにおいて、前記耐候性樹脂フィルムの表面には酸素および窒素を含ませた。また、太陽電池セルの基板はフレキシブルな樹脂フィルムとし、また、太陽電池セルは四フッ化エチレンおよびビニルモノマーの共重合体を必須成分とする塗料により被覆し、また四フッ化エチレンとビニルモノマーの共重合体を硬化させるための硬化剤は少なくとも硬化速度の異なる2種の硬化剤を併用した。

【0067】他にも、耐候性樹脂フィルムの光入射側の非光電変換部に対応する表面には着色塗料を塗装したり、太陽電池モジュールは支持体への設置工程前ではコアロールに巻かれた状態とした。そのため、以下の効果が得られる。

1. E T F E 表面の組成限定することにより、モジュール各部を強固に接着し一体化でき、信頼性の高いモジュールが提供できる。

【0068】2.モジュールの光入射側の表面に接着剤または粘着剤をロール法により構成した構造とすることにより透光性基体の内側に低コストで確実に接着できる。

3.モジュールの背面側の表面に接着剤または粘着剤をロール法により構成した構造とすることにより屋根材等の構造支持体に低コストで確実に接着できる。

4. E T F E 表面の組成限定することによりモジュールの表面を塗装でき、意匠性の高い太陽電池モジュールを提供できる。

【0069】5. E T F Eの表面の組成を限定することによりモジュールの表面に付着した汚れが雨または水洗により落ちやすくなる。

6.ロール法が適用し、モジュール厚みをできるだけ薄くし、シート状接着剤に繊維状補強材を埋設することによ

り、モジュールが低コストで製造でき、保管場所の容積を少なくすみ、製造時の表面フィルムのしわ、セルの変形等の外観不良の発生が少なく、歩留まりを良くモジュールを製造できる。

【0070】7.表面に、組成を限定した、防湿塗料を用いることにより、E V Aが吸湿した場合でも、a-Si、金属電極の変質を長期に防止できる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】巻き取り可能な太陽電池モジュールを示し、(a)は斜視図であり、(b)は(a)におけるXX断面図

【図2】ロール法により製造された太陽電池セルを示し、(a)平面図であり、(b)は(a)におけるXX断面図

【図3】簡易モジュールの断面図

【図4】太陽電池モジュールを製造するロール搬送式真空ラミネータ装置の模式図

【図5】本発明に係る太陽電池モジュールのガラス窓への貼付例を示し、(a)は平面図であり、(b)は(a)におけるXX断面図

【図6】本発明に係る太陽電池モジュールをアルミニウム支持体へ貼付例を示し、(a)は平面図であり、(b)は(a)におけるXX断面図

【図7】本発明に係る太陽電池モジュールのコンクリート壁への貼付例を示す断面図

【図8】本発明に係る太陽電池モジュールの波形の亜鉛鋼板への貼付例の一部を示す断面図

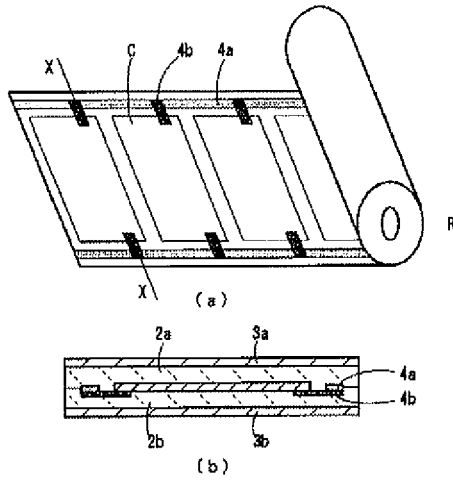
#### 【符号の説明】

- C 太陽電池セル
- 1 a セル基板
- 1 b 第1電極
- 1 c 第2電極
- 1 d 光電変換層
- 1 e 第3電極
- 1 f 第4電極
- h 1 貫通孔
- h 2 貫通孔
- M 太陽電池モジュール
- 2 a シート状接着剤
- 2 b シート状接着剤
- 3 a 耐候性樹脂フィルム
- 3 b 耐候性樹脂フィルム
- 4 a 主配線
- 4 b 従配線
- 4 c 出力端子
- 5 セル塗料
- 6 支持体
- 7 接着剤
- 9 塗料
- 8 プライマー

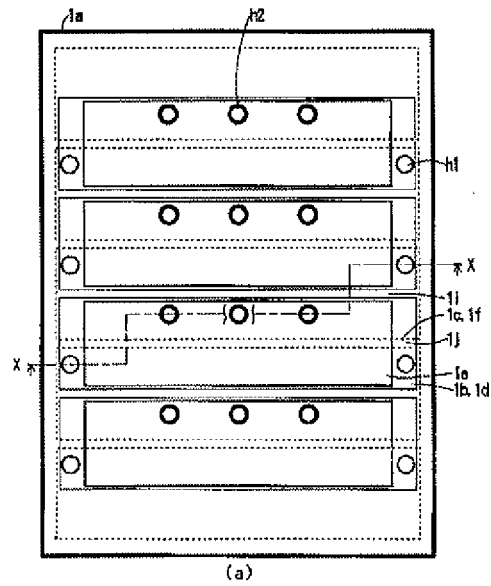
L1 真空ラミネート部  
Q 弛み

R コアロール

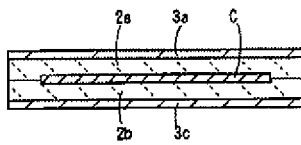
【図1】



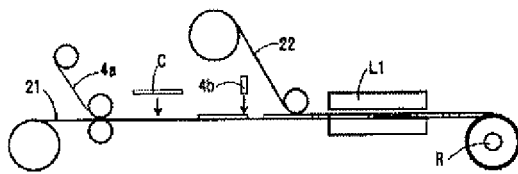
【図2】



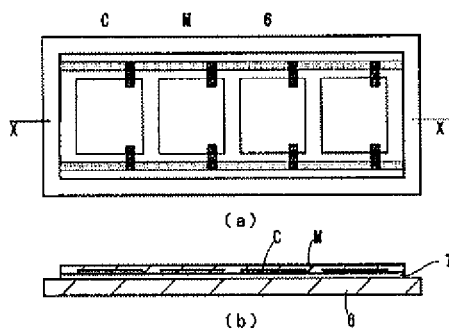
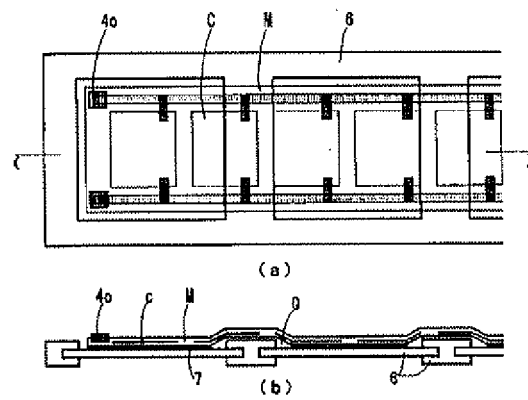
【図3】



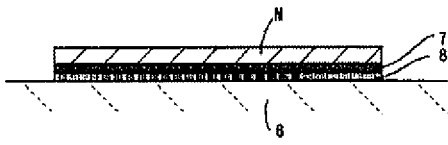
【図4】



【図5】



【図7】



【図8】

